МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ОБЪЕКТОВ СЕТИ СВЯЗИ

Ращепкин Александр Сергеевич
сотрудник,
Академия ФСО России,
РФ, г. Орёл,
E-mail: sans115@mail.ru

Лазарев Илья Александрович
сотрудник,
Академия ФСО России,
РФ, г. Орёл

Хусаинов Руслан Марсович
сотрудник,
Академия ФСО России,
РФ, г. Орёл

Дуванов Алексей Александрович
сотрудник,
Академия ФСО России,
РФ, г. Орёл

METHODOLOGY FOR ASSESSING THE BANDWIDTH OF COMMUNICATION NETWORK OBJECTS

Alexander Rashchepkin
Employee,
FSO Academy of Russia,
Russia, Orel

Ilya Lazarev
Employee,
FSO Academy of Russia,
Russia, Orel

Ruslan Khusainov
Employee,
FSO Academy of Russia,
Russia, Orel

Alexey Duvanov
Employee,
FSO Academy of Russia,
Russia, Orel

АННОТАЦИЯ

В статье представлена методика оценки пропускной способности объектов сети связи, которая может быть использована для поддержки принятия решений должностными лицами органов управления связью на этапах планирования и оперативного управления.

ABSTRACT

The article presents a methodology for assessing the capacity of communication network facilities, which can be used to support decision-making by officials of communication management bodies at the planning and operational management stages.

Ключевые слова: сеть связи, объект связи, пропускная способность.
Keywords: communication network, communication object, bandwidth.

Библиографическое описание: МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ОБЪЕКТОВ СЕТИ СВЯЗИ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. Ращепкин А.С. [и др.]. 2021. 11(92). URL: *https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12649*

Введение

Непременным условием эффективного государственного управления является наличие развитой инфокоммуникационной инфраструктуры. В Российской Федерации такой инфокоммуникационной инфраструктурой является информационно-телекоммуникационная сеть связи (ИТКС), основу которой составляют стационарные и мобильные объекты.

В связи с этим возникает необходимость решения с системных позиций широкого спектра задач анализа и научного обоснования технико-экономических и структурных решений по построению, поддержанию в работоспособном состоянии и развитию объектов ИТКС.

В повседневной деятельности лиц органов управления связью на этапах планирования и оперативного управления возникает необходимость оперативно решать задачи по определению основных характеристик качества процессов функционирования объектов сети связи, к которым относятся: пропускная способность; число каналов и обслуживающих приборов коммутационных центров необходимое для обеспечения связи; качество обслуживания источников вызовов (абонентов), выражающееся через вероятности потерь вызовов (заявок) или превышения заданного времени ожидания обслуживания; количество и длительность подлежащих передаче сообщений, определяющих нагрузки сетей связи.

Необходимость решения аналогичных задач возникает также на этапе проектирования и модернизации объектов сети связи при обосновании решений по выбору алгоритмов и режимов функционирования коммутационных систем (КС), развертыванию (аренде) необходимого числа линий (каналов) в информационных направлениях (ИН), применению той или иной техники или технологии и др.

Обзор литературных данных

Анализ теории проектирования и планирования сетей связи показал, что применение существующих в рассматриваемой предметной области моделей и методик [1-3] для решения этих задач ограничивается, так как они не учитывают ряд особенностей, связанных с требованиями к системам связи, принципами их построения и условиями функционирования в ИТКС.

Основными из особенностей являются следующие:

- специфика построения и применения коммутационных систем;
- малое число пользователей и их группирование по категориям;
- ограниченный канальный ресурс информационных направлений;
- дифференцированные требования к качеству обслуживания для различных категорий пользователей и видов служб.

Данные факторы в совокупности определяют необходимость уточнения известных моделей и методик для оценки эффективности функционирования объектов сети связи, легко адаптируемых для различных проектных и управленческих ситуаций, связанных с анализом и синтезом систем связи, а также обоснованием принимаемых решений при организации связи.

При этом решение данной задачи основывается на математическом моделировании с привлечением методов теории вероятности и математической статистики, теории телетрафика и систем распределения информации (систем массового обслуживания – СМО).

С целью поддержки принятия решений должностных лиц, решающих выше указанные задачи, разработана методика оценки пропускной способности объектов сети связи. В основе предлагаемой методики лежит структурно-функциональный подход.

В качестве одного из основных показателей качества процессов функционирования наряду с экономическими (капитальными затратами, эксплуатационными расходами) для сравнения и анализа объектов сети связи (КС и отдельных пучков линий связи) предлагается использовать такой технический показатель, как пропускная способность.

Под пропускной способностью КС понимается интенсивность обслуженной ею нагрузки при заданном качестве обслуживания [1, 2]. Вместе с пропускной способностью всей системы можно рассматривать пропускную способность отдельных ИН, линий и среднюю пропускную способность одной линии. Эти величины называют использованием и средним использованием линий.

При этом, пропускная способность объекта сети связи зависит от свойств поступающих потоков вызовов, закона распределения времени обслуживания, структуры и емкости КС и способа включения ее выходов, дисциплины обслуживания вызовов и установленной нормы качества обслуживания.

Методика оценки пропускной способности объектов сети связи

Особенностью настоящей методики является то, что она на основе использования разработанных и уточненных в [4,5] аналитических моделей СМО позволяет учесть формирование на объектах сети связи как простейшего (число источников вызовов стремиться к бесконечности), так и примитивного (малое число источников) входных потоков заявок. При этом условием применимости моделей СМО с примитивным или простейшим потоком выступает неравенство [1-3]:

$$\begin{cases} N \geq 15 \cdot V, & \text{условие формирования в СМО простейшего потока} \\ N < 15 \cdot V, & \text{условие формирования в СМО примитивного потока} \end{cases} \quad (1)$$

где: N – число источников вызовов; V – число обслуживающих приборов (каналов или линий связи).

Важность учета выражения (1) заключается в том, что при решении тех или иных задач аппроксимация входных потоков вызовов на объектах сети связи при выполнении неравенства $N<15 \cdot V$ моделью

простейшего потока, получившей наибольшее распространение в теории телетрафика, в большинстве случаев вносит погрешность более 1 %, при этом она значительно возрастает при уменьшении числа источников вызовов [1-3], что в свою очередь отражается на точности получаемых результатов. Это обусловлено тем, что существенное влияние на формирование потоков в ИТКС, и в частности на КС объектов сети связи, оказывают система пунктов управления, а также их количественный состав. Исходя из этого и в соответствии с положением теории телетрафика, входной поток вызовов от ограниченного (конечного) числа пользователей с большей степенью приближения описывается моделью примитивного потока.

Вместе с тем на отдельных элементах объектов сети связи происходит концентрация пользовательской и транзитной нагрузки, а также нагрузки взаимодействующих подсистем (например, спутниковой и подвижной радиосвязи), что создает условия для формирования простейшего потока вызовов. все это требует использования для оценки пропускной способности и качества обслуживания вызовов на объектах сети связи моделей СМО как с простейшим, так и, особенно, с примитивным входящим потоком.

Дисциплина обслуживания характеризует алгоритм взаимодействия поступающего потока вызовов с системой обслуживания. При этом под дисциплиной понимается порядок и способ обслуживания.

Для объектов сети связи характерно деление абонентов на категории. каждой категории предоставляется различный приоритет в пользовании услугами систем распределения информации. заявки от абонентов одной и той же категории обслуживаются в порядке поступления (первым пришел – первым обслужен). кроме того, современные условия характеризуются динамичным изменением состава предоставляемых на объектах сети связи служб и услуг электросвязи, что приводит к тому, что приоритеты могут назначаться как по категориям пользователей, так и по видам служб.

В соответствии с принятой системой приоритетов на объектах сети связи применяются три основных способа обслуживания: без потерь (для абонентов наивысшей категории), с явными потерями, с ожиданием (с условными потерями). При этом выбор способа обслуживания зависит от категории абонента (вида службы).

Для определения пропускной способности объекта сети связи нормируется величина потерь или на каждое ИН, или для источников каждой категории, или на КС в целом. Чем больше допустимая норма потерь, тем больше пропускная способность и хуже качество связи. Поэтому основным фактором, который необходимо учитывать при анализе пропускной способности объектов сети связи, является качество обслуживания вызовов.

Для СМО с явными потерями основной характеристикой качества обслуживания является вероятность потери вызова, а вспомогательными – вероятности потерь по времени и по нагрузке; для СМО с ожиданием –вероятность ожидания заявки свыше допустимого времени, а также вероятность и среднее время ожидания вызова в очереди.

Для оценки пропускной способности в первом случае нормируется вероятность потери вызова (блокировки), во втором – вероятность ожидания свыше допустимого времени. При этом используются значения интенсивностей нагрузки на входе и выходе, а также их разность: интенсивности поступающей, обслуженной и потерянной нагрузок.

Процедура оценки пропускной способности представлена на рисунке 1 и включает следующие основные этапы: ввод исходных данных, выбор модели СМО, расчет и вывод результатов.

В зависимости от принятой модели входного потока вызовов (1), порядка и способа обслуживания для расчета используются аналитические модели шести основных типов СМО (см. рис. 1): *Mi*/*M*/*V*/*L*, *Mi*/*Ml*$_r$/*V*/*L*, *Mi*/*M*/*V*/*K*, *M*/*M*/*V*/*L*, *M*/*Ml*$_r$/*V*/*L*, *M*/*M*/*V*/*K*. Для удобства обозначения типов СМО использована уточненная с позиции теории телетрафика символика Кендалла - Башарина [1].

Разработанные и используемые в методике модели СМО являются достаточно универсальными и позволяют получить решение в ряде стандартных проектных и управленческих ситуаций.

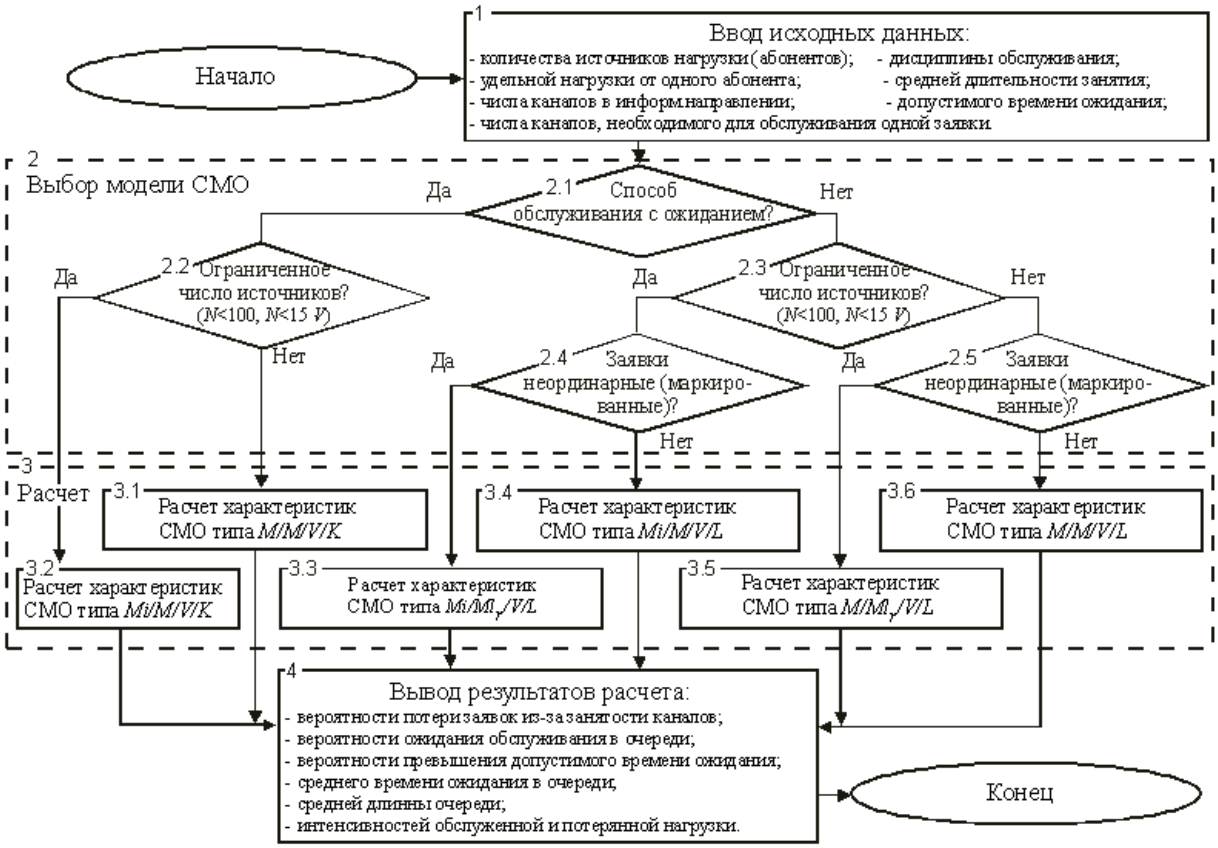

Рисунок 1. Процедура оценки основных характеристик качества функционирования объектов сети связи

Разработанные и используемые в методике модели СМО являются достаточно универсальными и позволяют получить решение в ряде стандартных проектных и управленческих ситуаций. Так, они могут быть применены для анализа характеристик функционирования КС как линий связи первичной сети (проводных, радио- (спутниковых), радиорелейных и тропосферных), так и каналов вторичной сети (телефонных, телеграфных и передачи данных). При соответствующем выборе значений структурных и нагрузочных параметров модели СМО позволяют оценить пропускную способность и основные показатели качества обслуживания абонентов как на стационарных объектах сети связи, так и комплексных аппаратных многофункциональных мобильных узлов связи, создание и совершенствование которых в настоящее время является одной из приоритетных задач. При этом могут быть учтены режимы и виды коммутации (коммутация каналов – пакетов, одноканальная – многоканальная), порядок (с приоритетами – без приоритетов) и способы (автоматический – полуавтоматический) установления соединений, а так же другие особенности функционирования объектов сети связи на различных этапах развития сетей электросвязи: интегрированной цифровой сети (*IDN*), узкополосной (*N-ISDN*) и широкополосной цифровой сети с интеграцией служб (*B-ISDN*). Кроме того, эти модели могут быть использованы для расчета вероятностно-временных характеристик функционирования современных КС. Таким образом, настоящая методика оценки пропускной способности объектов сети связи может быть использована для поддержки принятия решений должностных лиц органов управления связью на этапах планирования и оперативного управления. Она позволяет выработать научно-обоснованные решения в ряде стандартных проектных и управленческих ситуациях, когда в зависимости от этапа деятельности (планирование, оперативное управление, проектирование) требуется определить один неизвестный параметр по нескольким известным. Так например, на этапе планирования исходя из требований к качеству обслуживания с учетом поступающей нагрузки ищется требуемое число каналов в ИН, а на этапе оперативного управления в зависимости от выхода каналов из строя и поступающей нагрузки оценивается вероятность вхождения в связь в соответствующих ИН. Таким образом, в зависимости от ситуации задача может быть решена как в прямой, так и обратной постановке.

Кроме того, предложенные математические модели и методика могут быть использованы для научного обоснования выбора алгоритмов и режимов функционирования кс объектов сети связи, а также решений по применению той или иной техники или стека телекоммуникационных протоколов при проектировании и модернизации ИТКС или ее отдельных сегментов.

Выводы

В заключении, необходимо отметить, что применяемые в методики модели СМО и методы расчета их характеристик не являются альтернативными для

получения решения в любой ситуации. Новые аспекты, возникающие при проектировании и планирования сетей связи и других видов связи на базе современных телекоммуникационных технологий, ведут к усложнению типов СМО и обусловливают необходимость постоянного уточнения и разработки новых моделей и методов расчета, учитывающих устойчивую тенденцию к интеграции и расширению спектра предоставляемых служб и услуг электросвязи на основе внедрения современных информационно-телекоммуникационных технологий.

Список литературы:

1. Корнышев Ю.Н., Пшеничников А.П., Харкевич А.Д. Теория телетрафика. –М.: Радио и Связь, 1996. –270 с.
2. Меликов А.З. Телетрафик: модели, методы, оптимизация. –К.: ИПК Политехника, 2007 г. – 256 с.
3. Ершов В.А., Ершов Э.Б., Ковалев В.В. Метод расчета пропускной способности звена Ш-ЦСИС с технологией АТМ при мультисервисном обслуживании. - М.: Электросвязь, № 3, - 2000, - С. 20-23.
4. Пшеничников А.П. Теория телетрафика. - М.: Изд-во ЛитРес, - 2018.
5. Королёв А.В. Модель СМО с ожиданием, ограничениями по длине очереди и времени ожидания, потерями, абсолютными приоритетами и ненадежными каналами // Сборник научных трудов Академии ФАПСИ, № 12, - Орел: Академия ФАПСИ, - 2001, - С. 55-68.